

论 著

MR IDEAL-IQ技术定量参数与肩袖损伤分级、功能转归的关联性探究*

谢红 庄雄 周鸿雁
王开香 许建兴*
江苏大学附属武进医院影像科
(江苏常州 213017)

【摘要】目的 探究MR IDEAL-IQ技术定量参数与肩袖损伤(RCT)分级、功能转归的关联性。方法 选取2022年1月至2023年10月我院120例RCT患者作为研究对象,均行MR IDEAL-IQ技术检查,比较不同RCT分级患者冈上肌、冈下肌、小圆肌、肩胛下肌、三角肌3D脂肪分数(FF)值, Spearman相关系数分析相关性,同时统计RCT术后3个月功能转归情况,分为功能转归组和未转归组,比较两组一般资料及FF值,采用Logistic回归方程分析RCT患者功能未转归影响因素。结果 (1)RCT分级Ⅲ级患者冈上肌、冈上肌FF值高于Ⅱ级患者($P<0.05$); (2)RCT患者RCT分级与冈上肌、冈下肌FF值呈正相关($P<0.05$); (3)术后3个月采用门诊形式随访,共有5例失访,70例(60.87%)患者DASH评分 ≤ 19 分,45例(39.13%)患者DSAH评分 > 19 分; (4)合并骨质疏松(OR: 3.665)、术后开始功能锻炼时间(OR: 0.461)、冈上肌及冈下肌FF值(OR: 4.076、4.589)是RCT患者功能未转归影响因素($P<0.05$)。结论 冈上肌、冈下肌FF值与RCT分级呈正相关,且是RCT患者功能转归高危因素,测定其值变化有助于及时掌控患者病情进展,调整治疗方案,改善肩关节功能。

【关键词】肩袖损伤; MR IDEAL-IQ; 病情分级; 功能转归
【中图分类号】R323.4+2
【文献标识码】A
【基金项目】常州市科技项目(CJ20244004)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.05.047

The Correlation between Quantitative Parameters of MR IDEAL-IQ Technology and the Classification and Functional Outcomes of Rotator Cuff Injury*

XIE Hong, ZHUANG Xiong, ZHOU Hong-yan, WANG Kai-xiang, XU Jian-xing*.
Department of Imaging, Wujin Hospital Affiliated to Jiangsu University, Changzhou 213017, Jiangsu Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the correlation between quantitative parameters of MR IDEAL-IQ technology and the grading and functional outcomes of rotator cuff tears (RCT). **Methods** A total of 120 patients with RCT in Our Hospital from January 2022 to October 2023 were selected as the study objects, all of whom were examined by MR IDEAL-IQ technique, and the 3D fat fraction (FF) values of supraspinatus muscle, infraspinatus muscle, teres minor muscle, subscapularis muscle and deltoid muscle of patients with different RCT grades were compared. Spearman correlation coefficient was used to analyze the correlation, and functional outcomes 3 months after RCT were statistically analyzed, which were divided into functional outcome group and non-outcome group. General data and FF value of the two groups were compared, and the influencing factors of functional non-outcome of RCT patients were analyzed by Logistic regression equation. **Results** (1) The FF values of supraspinatus muscle and supraspinatus muscle in patients with RCT grade III were higher than those in patients with grade II ($P<0.05$). (2) The RCT grade of RCT patients was positively correlated with FF values of supraspinatus muscle and infraspinatus muscle ($P<0.05$); (3) Outpatient follow-up was performed 3 months after surgery. A total of 5 patients were lost to follow-up, 70 patients (60.87%) had DASH score ≤ 19 points, and 45 patients (39.13%) had DSAH score > 19 points. (4) Combined osteoporosis (OR: 3.665), time of functional exercise after surgery (OR: 0.461), FF value of supraspinatus muscle and infraspinatus muscle (OR: 4.076, 4.589) were the factors affecting functional outcome in RCT patients ($P<0.05$). **Conclusion** The FF value of supraspinatus muscle and infraspinatus muscle is positively correlated with RCT grade, and is a high risk factor for functional outcome of RCT patients. The change of FF value is helpful to timely control the progression of patients' disease, adjust treatment plan, and improve shoulder joint function.
Keywords: Rotator Cuff Injury; MR IDEAL-IQ; Disease Classification; Functional Outcome

据统计,肩袖损伤(RCT)在60岁以上人群中发病率为30%,在80岁以上人群中发病率为60%^[1-2]。肩袖是由冈下肌、肩胛下肌、小圆肌、冈下肌、三角肌的肌腱组成,一旦上述肌腱软组织出现部分或完全撕裂,应立即采取手术治疗,否则会引起肌肉萎缩、肩关节活动受限,影响其正常生活与工作^[3]。目前肩袖修补术治疗RCT效果已得到临床学者肯定,但由于个体异质性,术后功能转归情况不一,早期评估功能转归情况对调整治疗方案,增加患者获益具有积极意义^[4]。MR IDEAL-IQ技术是新兴影像学手段,具有快速、无创、可重复性等特点,利用脂肪与水的化学位移差异,测量肌腱软组织中脂肪含量,获取高质量3D脂肪分数(FF)图,指导RCT诊治^[5]。本研究拟采用MR IDEAL-IQ对RCT分级、功能转归进行定量研究,为RCT病情评估和随访提供可借鉴影像学依据,从而指导临床医师选择合理治疗手段。结果如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取2022年1月至2023年10月我院120例RCT患者作为研究对象,72例男,48例女;年龄45~75(60.64 $\pm$ 5.53)岁;体质量指数18.00~24.00(21.66 $\pm$ 1.08)kg/m²。

纳入标准:符合《肩袖损伤中西医结合诊疗指南(2023年版)》诊断标准^[6],结合临床表现、影像学检查确诊;单侧病变;自愿接受择期关节镜下肩袖修补术,由同一组医师团队配合完成;患者家属知晓并签署同意书。排除标准:肩部占位性病变;肩关节治疗史或手术史;重要脏器器质性病变;其他病因所致肩关节疼痛;体内有金属物;合并幽闭恐惧症、癫痫等。

1.2 方法

1.2.1 MR IDEAL-IQ技术检查 (1)选用美国GE discovery MR750W 3.0T扫描仪,仰卧位,患臂朝身体一侧,斜冠状位T1WI、脂肪抑制T2WI序列扫描条件:TE 20 ms、35 ms,TR 500~800 ms、2000~6000 ms;斜矢状位快速自旋回波双回波、轴位质子密度加权成像扫描参数:TE 30 ms、35 ms,TR 2000~5500 ms、2500~6000 ms;层厚均4 mm,FOV 160 mm $\times$ 160 mm,层间隔0.4 mm,矩阵(220~256) $\times$ 256。斜矢状位IDEAL-IQ序列扫描条件:TE (1.4~5.6)ms,TR 8.4 ms,层厚4 mm,扫描时间1 min 41 s,激励次数1,翻转角4°,系统自动生成水相、脂肪相、脂肪分数图和R2*图。(2)将获取数据和图像上传至工作站,于斜矢状位脂肪比像图上手动勾画冈上肌、冈下肌、小圆

【第一作者】谢红,女,副主任医师,主要研究方向:肌骨系统影像诊断。E-mail: m13241944994@163.com
【通讯作者】许建兴,男,主任医师,主要研究方向:神经系统影像诊断。E-mail: wjyycgz@126.com

肌、肩胛下肌、三角肌感兴趣区域(ROI),获取FF,同时观察肩关节常规MRI,并针对RCT进行分级,含Ⅲ级(肩袖存在较明显低信号影中断,且累及肌腱全层)、Ⅱ级(肩袖形态异常,有明显高信号改变)、Ⅰ级(肩袖形态相对正常,低信号,均匀一致,有短线样高信号)、0级(肩袖形态正常)4个等级。由2名高年资影像学医师共同阅片,遇到分歧时与第3位资深专家商讨确定。

1.2.2 一般资料 采用自制调查问卷收集性别、慢性疾病史、患病部位、RCT分级、年龄、受伤原因、饮酒史、合并骨质疏松、体质质量指数、吸烟史、术中合并神经或血管损伤、术后开始功能锻炼时间、术后锻炼强度。术后锻炼强度^[7]含低等(心率在最大心率的40%~55%)、中等(心率在最大心率的55%~75%)、高等(心率在最大心率的75%以上)。以自制肩关节术后锻炼依从性问卷评价,含完全依从(遵医嘱锻炼)、部分依从(偶有不遵医嘱锻炼,规劝后进行锻炼)、不依从(抵触锻炼)3个等级。由两名调查员双盲下录入,后对录入的数据进行一致性检验,确保数据录入准确。

1.2.3 功能转归评估标准及分组 术后3个月进行门诊随访,采用上肢功能评定表(DASH)^[8]评价肩关节功能转归情况,含上肢的不适症状及对睡眠的影响、生活能力和社会能力的受限程度等维度,当总分≤19分提示肩关节功能转归,纳入功能转归组,反之纳入功能未转归组。

1.3 统计学方法 采用SPSS 27.0软件,计数资料用n(%)表示,卡方检验;等级资料采用秩和检验;计量资料满足正态分布和方差齐性时以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;Spearman

相关系数分析相关性;Logistic回归方程分析影响因素。检验水准 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 不同RCT分级患者FF值 RCT分级Ⅲ级患者冈上肌、冈下肌FF值高于Ⅱ级患者,差异有统计学意义($P<0.05$);不同RCT分级患者小圆肌、肩胛下肌、三角肌FF值比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.2 相关性分析 Spearman相关系数显示,RCT分级与冈上肌、冈下肌FF值呈正相关($r=0.693$ 、 0.676 , P 均 <0.001)。见图1。

2.3 功能转归情况及分组 术后3个月采用门诊形式随访,120例RCT患者共有5例失访,70例(60.87%)患者DASH评分≤19分,纳入功能转归组,45例(39.13%)患者DSA评分 >19 分,纳入功能未转归组。

2.3 两组患者一般资料、FF值 两组RCT分级、合并骨质疏松、术中合并神经或血管损伤、术后开始功能锻炼时间、术后锻炼依从性及冈上肌、冈上肌FF值比较差异有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

2.4 RCT患者功能未转归影响因素分析 以RCT患者功能未转归为因变量(是=1,否=0),以结果2.4中具有统计学意义指标为自变量纳入Logistic回归方程,结果显示合并骨质疏松、术后开始功能锻炼时间、冈上肌及冈下肌FF值是RCT患者功能未转归影响因素($P<0.05$)。见表3。

2.5 典型案例 见图2和图3。

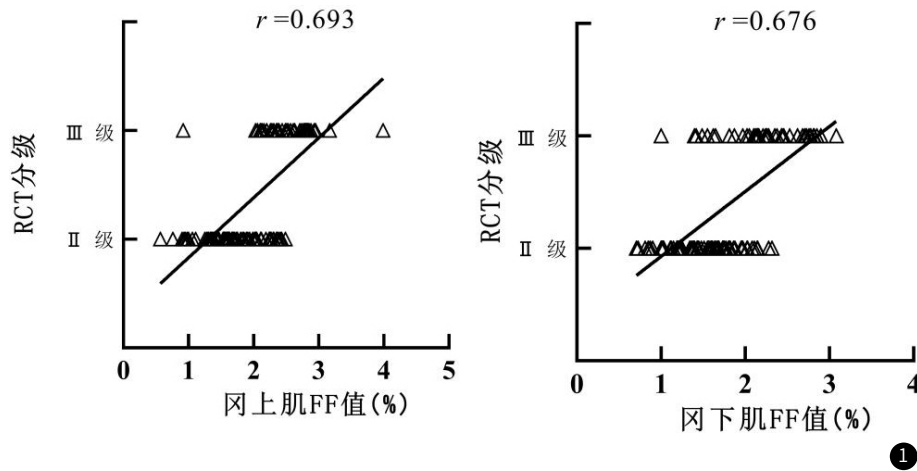


图1 相关性分析。

表1 不同RCT分级患者FF值(%)

RCT分级	例数	FF值				
		冈上肌	冈下肌	小圆肌	肩胛下肌	三角肌
Ⅱ级	74	1.78±0.53	1.55±0.46	1.00±0.33	1.03±0.34	1.10±0.36
Ⅲ级	46	2.30±0.67	1.83±0.51	1.05±0.30	1.07±0.31	1.06±0.33
F		4.715	3.109	0.835	0.648	0.611
P		<0.001	<0.001	0.405	0.518	0.543

表3 RCT患者功能未转归影响因素分析

自变量	β	S.E.	Wald χ^2	OR	95%CI	P
合并骨质疏松	1.299	0.341	14.506	3.665	1.342~10.008	<0.001
术后开始功能锻炼时间	-0.774	0.223	12.058	0.461	0.345~0.616	<0.001
冈上肌FF值	1.405	0.308	20.813	4.076	1.465~11.341	<0.001
冈下肌FF值	1.524	0.415	13.480	4.589	1.603~13.137	<0.001
常量	1.254	0.327	14.716	3.506	1.188~10.346	<0.001

注: RCT分级与术中合并神经或血管损伤、术后锻炼依从性之间的VIF值为12,说明多重共线性较强,剔除后VIF值为1,多重共线性变弱;合并骨质疏松:是=1,否=0;术后开始功能锻炼时间: <7 d=1, ≥ 7 d=2;冈上肌、冈下肌FF值:实测值。

表2 两组患者一般资料、FF值

项目	功能未转归组 (n=45)	功能转归组 (n=70)	t/ χ^2 /Z	P
性别(男/女)n(%)	27/18	44/26	0.095	0.758
年龄(岁)	60.18±5.42	58.96±6.73	1.021	0.310
体质量指数(kg/m ²)	21.65±0.89	21.46±0.93	1.087	0.280
患病部位n(%)			0.014	0.907
左侧	23(51.11)	35(50.00)		
右侧	22(48.89)	35(50.00)		
RCT分级n(%)			35.598	<0.001
II级	14(31.11)	60(85.71)		
III级	31(68.89)	10(14.29)		
受伤原因n(%)			0.167	0.920
跌倒	11(24.45)	15(21.43)		
运动	28(62.22)	46(65.71)		
交通事故	6(13.33)	9(12.86)		
吸烟史n(%)	10(22.22)	17(24.29)	0.065	0.800
饮酒史n(%)	12(26.67)	14(20.00)	0.696	0.404
慢性疾病史n(%)	10(22.22)	15(21.43)	0.010	0.920
合并骨质疏松n(%)	22(48.89)	20(28.57)	4.877	0.027
术中合并神经 或血管损伤n(%)	5(11.11)	0(0.00)	5.680	0.017
术后开始功能锻炼时间n(%)			4.752	0.030
<7 d	21(46.67)	47(67.14)		
≥7 d	24(53.33)	23(32.86)		
术后锻炼强度n(%)			0.388	0.698
低等	27(60.00)	39(55.71)		
中等	18(40.00)	31(44.29)		
高等	0(0.00)	0(0.00)		
术后锻炼依从性n(%)			2.115	0.034
完全依从	10(22.22)	28(40.00)		
部分依从	25(55.56)	35(50.00)		
不依从	10(22.22)	7(10.00)		
FF值(%)				
冈上肌	2.21±0.70	1.83±0.61	3.076	<0.001
冈下肌	1.79±0.47	1.58±0.52	2.193	0.030
小圆肌	1.04±0.31	1.01±0.32	0.497	0.620
肩胛下肌	1.07±0.32	1.04±0.34	0.472	0.638
三角肌	1.07±0.33	1.09±0.30	0.336	0.738

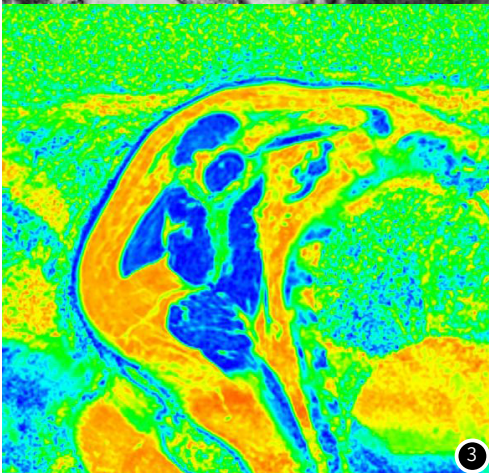
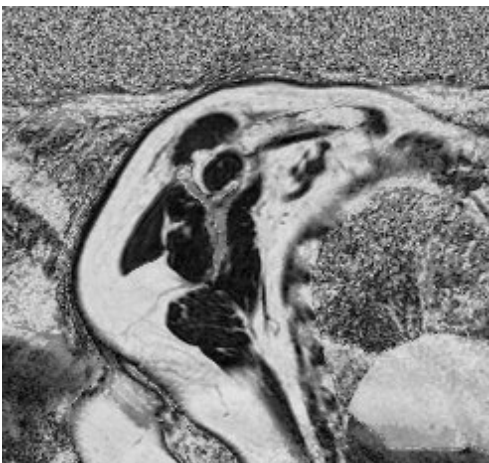
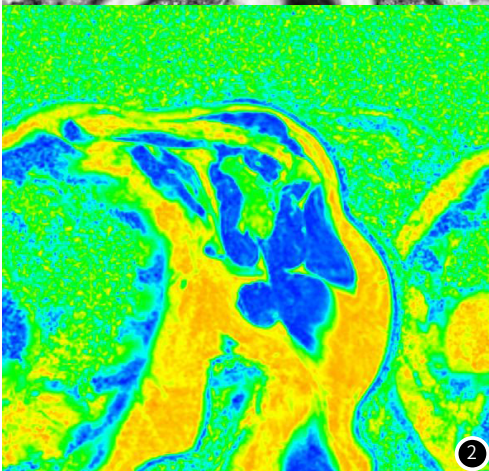
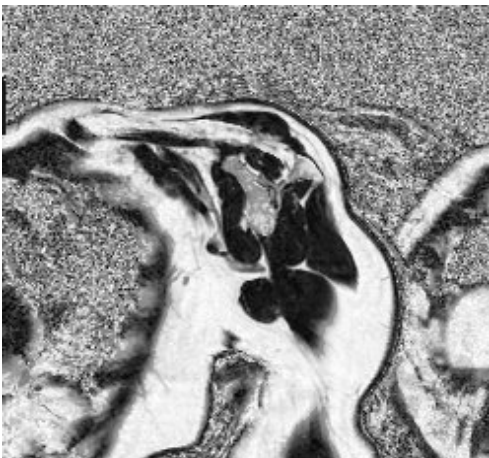


图2 男，60岁，左肩冈上肌全层撕裂。2A、2B：3.0T MR左肩关节脂肪分量图和对应伪彩图。
图3 女，58岁，右肩冈上肌部分撕裂。3A、3B：3.0T MR右肩关节脂肪分量图和对应伪彩。

3 讨论

现阶段关于RCT的研究集中于盂唇、骨与关节的病理变化等,忽略RCT患者各肌腱软组织病损程度对治疗方案及疾病转归的影响^[9]。冈上肌是肩袖最为重要结构,是肩部四周力量交叉点,一旦遭受运动、交通事故等外界刺激,极易损伤冈上肌,削弱其对骨附着力,引起肌原纤维变性、溶解及脂肪组织沉积,最终导致肌肉脂肪浸润^[10-11]。证据显示,肌肉脂肪浸润早于肌肉形态学改变,且肌肉组织不同,脂肪浸润程度亦不同,临床实际中不应局限于冈上肌肌肉脂肪浸润的测定,还应重视冈下肌、小圆肌等肌肉脂肪浸润程度,这对全面了解RCT患者病情,确定合理诊治方案具有显著现实意义^[12-14]。

MRI具有良好软组织分辨力,可清晰显现肌腱形态、信号及肌间隙变化,在RCT鉴别诊断中凸显一定优势。但随着MRI临床应用逐渐增多,越来越多学者发现常规MRI序列在脂质含量较少病灶中并不敏感,图像缺乏明显对比度,定量评价肌肉脂肪浸润程度难度较大^[15-16]。MR IDEAL-IQ是磁共振脂肪定量测量技术,通过测定FF值量化肌肉脂肪浸润程度,加之其属于容积扫描,可评估整个肩关节脂肪浸润含量,为临床治疗决策提供有利信息^[17]。同时MR IDEAL-IQ具有耗时短、后处理简单、无辐射暴露等诸多优点,适用于大规模筛查和随访^[18]。罗小兰等^[19]学者发现,退变患者冈上肌FF值>部分撕裂>全层撕裂患者,冈下肌FF值低于部分撕裂、全层撕裂。袁玉山等^[20]指出,FF值与冈上肌肌腱损伤程度呈正相关,可作为反映冈上肌脂肪浸润程度的敏感指标。本研究数据显示,RCT分级III级患者冈上肌FF值高于II级患者,且呈正相关,与上述观点相近,说明随着冈上肌脂肪浸润程度增加,肌腱损伤愈发严重。考虑原因为,肌腱损伤后肌肉出现不同程度萎缩,加以肌原纤维变性、肌小节长度和数量减少,极易引起不可逆性肌肉脂肪浸润,增加FF值。与上述研究不同的是,本研究RCT分级III级患者冈下肌FF值高于II级患者,且冈下肌FF值与RCT分级存在相关性,可能原因为,冈上肌和冈下肌共同止点为肱骨大结节,冈上肌损伤后可能会累及冈下肌,加剧冈下肌脂肪浸润程度及病情进展。同时发现RCT分级II级、III级患者小圆肌、肩胛下肌、三角肌FF值并无明显差异,这可能与测量范围准确性、样本量有关,需日后深入探究。

肩袖修补术虽能修复肌腱软组织撕裂,但不可逆肌肉脂肪浸润和萎缩可影响肩关节功能恢复,因此针对肩袖修补术后患者功能转归情况进行随访尤为重要^[21]。DASH评分系统是评估肩关节功能重要工具,其值越低提示肩关节功能越好,但临床实践发现,该评分系统纷繁复杂,易受研究者主观判断和个人经验影响,从而引起研究结果偏差^[22-23]。尽管肩关节镜、X线、常规MRI等影像学手段在肩关节解剖学评估中已有应用研究^[24-25],但各有利弊,不适用于长期随访。在此背景下,笔者引入MR IDEAL-IQ,分析RCT术后功能未转归和功能转归患者FF值,结果发现前者冈上肌、冈下肌FF值均高于后者,且是术后功能未转归的独立预测因子,可见量化冈上肌、冈下肌FF值有助于了解RCT术后功能转归情况,制定正确、合理的治疗方案,最大限度促进肩关节功能恢复。本研究还发现,合并骨质疏松、术后开始功能锻炼时间是RCT患者功能未转归影响因素,可能原因为:合并骨质疏松诱发局部疼痛外,还会影响关节愈合,延长肩关节功能康复进程;术后7 d内进行功能锻炼,可有效防止肩关节僵硬、粘连,改善局部血液循环,提高关节活动度,恢复肩关节功能。

综上所述,冈上肌、冈下肌FF值与RCT分级呈正相关,且是RCT患者功能转归高危因素,测定其值变化有助于及时掌控患者病情进展,调整治疗方案,改善肩关节功能。本研究局限性在于:FF值测定时手动勾画ROI,可能存在一定主观性,影响测定结果准确性,加以医院实际情况影响,并未统计冈上肌、冈下肌FF预测RCT患者功能转归价值,未来可从上述方向展开讨论分析。

参考文献

- [1] Kao JT, Yang CP, Sheu H, et al. Recurrent shoulder instability after arthroscopic bankart repair in an elite baseball pitcher—a case report[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(11): 1635.
- [2] Gutkowska O, Martynkiewicz J, Urban M, et al. Brachial plexus injury after shoulder dislocation: a literature review[J]. *Neurosurg Rev*, 2020, 43(2): 407–423.
- [3] Bass JR, Poland GA. Shoulder injury related to vaccine administration (SIRVA) after COVID-19 vaccination[J]. *Vaccine*, 2022, 40(34): 4964–4971.
- [4] Frank FA, Papp K, Toft F. Open reduction and rotator cuff repair of irreducible traumatic shoulder dislocation with sleeve-avulsion and glenohumeral interposition of the cuff: a case report and review of the literature[J]. *JSES Rev Rep Tech*, 2022, 2(3): 399–405.
- [5] 王翔, 屈瑾, 雷新玮. 慢性冈上肌腱损伤肌肉萎缩及脂肪浸润的定量研究[J]. *国际医学放射学杂志*, 2017, 40(4): 391–394.
- [6] 中华中医药学会. 肩袖损伤中西医结合诊疗指南(2023年版)[J]. *中医正骨*, 2024, 36(1): 1–9.
- [7] 胡广杰, 马晓青, 付晓红, 等. 早期功能锻炼对乳腺癌术后患者肩关节功能的影响[J]. *癌症进展*, 2022, 20(23): 2462–2464, 2472.
- [8] 吴芳, 李仁, 刘素珍, 等. 中医循经消肿“七步法”联合助眠支架治疗乳腺癌术后继发上肢淋巴水肿疗效观察[J]. *西部中医药*, 2023, 36(1): 96–100.
- [9] 王志凌, 崔德林, 龙毅, 等. 肩袖损伤患者肩关节角对三角肌肌力下降的影响研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2023, 37(7): 827–832.
- [10] Çalik M, Utlu DK, Demirtaş A, et al. Is shoulder joint position sense affected in partial and full-thickness supraspinatus tears[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(4): 1021–1029.
- [11] 张亚林, 廖荣信, 周理超. MSCT与MRI对肩关节外伤的诊断价值分析[J]. *罕少疾病杂志*, 2018, 25(4): 53–55.
- [12] Davis DL, Gilotra MN, Calderon R, et al. Reliability of supraspinatus intramuscular fatty infiltration estimates on t1-weighted mri in potential candidates for rotator cuff repair surgery: full-thickness tear versus high-grade partial-thickness tear[J]. *Skeletal Radiol*, 2021, 50(11): 2233–2243.
- [13] Nalbant MO, Inci E. The efficiency of gray-level ultrasound histogram analysis in patients with supraspinatus tendinopathy[J]. *Niger J Clin Pract*, 2023, 26(11): 1709–1715.
- [14] 金月. 加速康复外科护理对关节镜下肩袖损伤修复术后肩关节功能恢复状况的影响[J]. *罕少疾病杂志*, 2021, 29(1): 83–84.
- [15] Colak C, Bullen JA, Entezari V, et al. Magnetic resonance imaging of deltoid muscle/tendon tears: a descriptive study[J]. *Skeletal Radiol*, 2021, 50(10): 1995–2003.
- [16] Pownder SL, Neri JP, Hayashi K, et al. Age and sex comparison of the canine supraspinatus tendon using quantitative magnetic resonance imaging t2 mapping[J]. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 2023, 36(2): 87–92.
- [17] 杜婧, 郑艺明, 肖江喜, 等. MR IDEAL-IQ脂肪定量技术评价进行性假肥大型肌营养不良患儿骨骼肌脂肪浸润程度[J]. *中国医学影像技术*, 2022, 38(2): 276–279.
- [18] Cheng JM, Luo WX, Pan J, et al. Renal ectopic lipid deposition in rats with early-stage diabetic nephropathy evaluated by the mr mdixon-quant technique: association with the expression of srebp-1 and ppar α in renal tissue[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(7): 4504–4513.
- [19] 罗小兰, 刘高元, 张海兵. MR mDIXON Quant技术定量的冈上肌及冈下肌脂肪浸润与肩袖损伤程度的相关性[J]. *中国医学影像技术*, 2023, 39(3): 421–424.
- [20] 袁玉山, 张宗少, 马培旗, 等. MRI定量研究冈上肌肌腱损伤程度与脂肪浸润及肌肉萎缩程度的相关性[J]. *蚌埠医学院学报*, 2020, 45(8): 1100–1103.
- [21] Xie YX, Liu SH, Qu JX, et al. Quantitative magnetic resonance imaging ute-t2* mapping of tendon healing after arthroscopic rotator cuff repair: a longitudinal study[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(11): 2677–2685.
- [22] 盘晓颖, 谢泓智, 何新芳. 浮针联合再灌注活动治疗前斜角肌综合征的临床观察[J]. *广州中医药大学学报*, 2022, 39(8): 1808–1813.
- [23] 夏利, 王新宏, 褚晖, 等. 带锁髓内钉内固定与锁定钢板内固定对上肢长骨骨干骨折患者术后肢体功能的影响比较[J]. *中国临床医生杂志*, 2023, 51(12): 1468–1470.
- [24] Nocera NL, Burke CJ, Gyftopoulos S, et al. Ultrasound-mri correlation for healing of rotator cuff repairs using power doppler, sonographic shear wave elastography and mr signal characteristics: a pilot study[J]. *J Ultrasound Med*, 2021, 40(10): 2055–2068.
- [25] Saccomanno MF, Lisai A, Romano AM, et al. High degree of consensus on diagnosis and management of rotator cuff tears: a delphi approach[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31(10): 4594–4600.

(收稿日期: 2024-04-15)

(校对编辑: 赵望淇)